

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3403002 C2

⑤ Int. Cl. 4:  
F16F 13/00  
B 60 K 5/12

②1 Aktenzeichen: P 34 03 002.6-12  
②2 Anmeldetag: 28. 1. 84  
④3 Offenlegungstag: 8. 8. 85  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19. 6. 87

DE 3403002 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Freudenberg, Tillmann, Dipl.-Ing., 6109 Mühlthal, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Weissenfeld-Richters, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 6940 Weinheim

⑥2 Teil in: P 34 48 169.9

⑦2 Erfinder:  
gleich Patentinhaber

⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-PS 29 11 768  
DE-OS 29 27 757

⑤4 Motorlager

DE 3403002 C2

Fig. 1

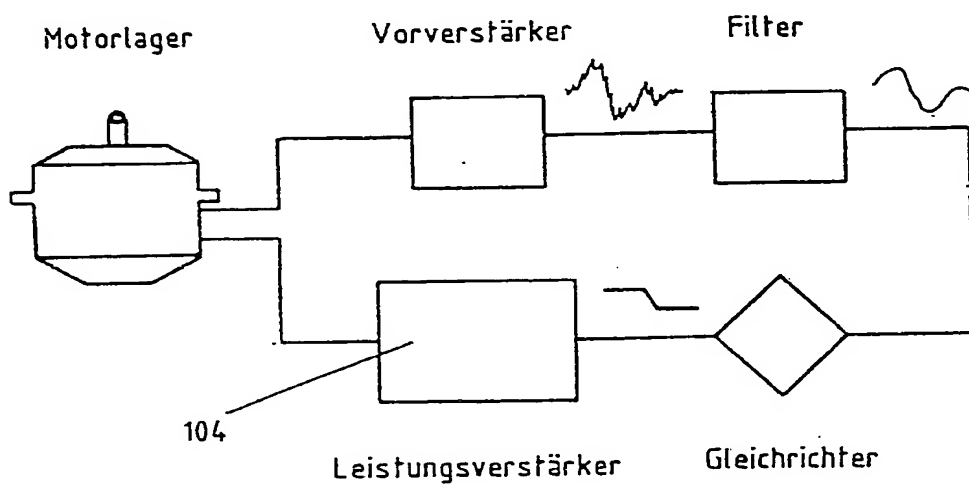
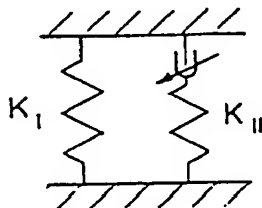


Fig. 2



## Patentansprüche

1. Motorlager, bestehend aus einem Traglager und einem Auflager, die durch ein erstes Federelement miteinander verbunden sind, sowie einem zweiten Federelement, das bei bestimmten Betriebsbedingungen dem ersten Federelement zuschaltbar ist und das einerseits ebenfalls an dem Auflager und andererseits an einer mit dem Traglager verbundenen signalbetätigbaren Schaltkupplung festgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Federelement (4) gegenüber dem ersten Federelement (3) eine harte Federcharakteristik aufweist und daß eine Meßeinrichtung (12) für die Relativbewegungen zwischen dem Traglager (2) und dem Auflager (1) vorgesehen ist, die zur Unterdrückung großer Relativbewegung bei Überschreitung eines Schwellwertes ein Signal zur Betätigung der Schaltkupplung (35) abgibt, die mit der Meßeinrichtung (12) signalleitend verbunden ist.
2. Motorlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung (35) eine maximale Haltekraft aufweist, die kleiner ist als die maximal zulässige Federkraft des ersten Federelementes (3).
3. Motorlager nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis aus der Federkraft des zweiten Federelementes (4) und der Federkraft des ersten Federelementes (3) 2—4 beträgt.
4. Motorlager nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung (35) eine mit einem Antrieb versehene Lamellenkupplung ist, und daß sich die Lamellen (10, 11) der Lamellenkupplung in Bewegungsrichtung erstrecken.
5. Motorlager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (10, 11) wenigstens eine Lamelle umfassen, die in Bewegungsrichtung im mittleren Bereich ihrer Anlagefläche an der Nachbarlamelle einen sich quer zur Bewegungsrichtung erstreckenden Vorsprung aufweist und daß die Nachbarlamelle im mittleren Bereich ihrer Anlagefläche an der Lamelle eine dem Vorsprung maßstäblich entsprechende Eintiefung aufweist.
6. Motorlager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung und die Eintiefung in Bewegungsrichtung beiderseits durch eine schiefe Ebene mit entgegengesetzter Neigung begrenzt sind und daß die schiefe Ebene mit der Bewegungsrichtung einen flachen Neigungswinkel einschließt.
7. Motorlager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel 5—15° umfaßt.
8. Motorlager nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung (36) aus einem säulenförmigen Körper (16) besteht, der wenigstens zwei sich parallel zur Bewegungsrichtung erstreckende, einander gegenüberliegende Reibflächen aufweist, sowie aus einem mit einem Antrieb versehenen Spannelement, das an dem relativ bewegten Maschinenteil festgelegt ist und das an dem Körper (16) im mittleren Teil seiner Erstreckung in Bewegungsrichtung mit Reibplatten anliegt.
9. Motorlager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Spannelement als Spannzange ausgebildet ist, die den säulenförmigen Körper (16) mittels der Reibplatten umfaßt.
10. Motorlager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Spannelement als Spannhülse (24)

ausgebildet ist, die mit wenigstens einer Reibplatte an den Reibflächen anliegt.

11. Motorlager nach Anspruch 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb einen signalbetätigten Elektromagneten umfaßt.

12. Motorlager nach Anspruch 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb eine signalbetätigte, volumenveränderliche Kammer (36) für ein druckbeaufschlagbares Arbeitsmedium umfaßt.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Motorlager, bestehend aus einem Traglager und einem Auflager, die durch ein erstes Federelement miteinander verbunden sind, sowie einem zweiten Federelement, das bei bestimmten Betriebsbedingungen dem ersten Federelement zuschaltbar ist und das einerseits ebenfalls an dem Auflager und andererseits an einer mit dem Traglager verbundenen, signalbetätigbaren Schaltkupplung festgelegt ist.

Ein Motorlager der vorgenannten Art ist aus der DE-OS 29 27 757 bekannt. Die dabei zur Anwendung gelangende Schaltkupplung besteht aus einem magnetisierbaren Pulver, welches durch Aktivierung eines Elektromagneten in den Zwischenraum zwischen zwei Magnetpolen einbringbar ist und eine Blockierung der relativen Beweglichkeit bewirkt. Eine Beeinträchtigung der Isolierwirkung von gleichzeitig eingeleiteten, hochfrequenten Schwingungen ist hiervon die zwangsläufige Folge.

Aus der DE-PS 29 11 768 ist ein Stoßdämpfer bekannt, der eine Meßeinrichtung zur Erfassung der Relativbewegungen enthält. Die von der Meßeinrichtung erfaßten Daten können einem Rechner zugeleitet und zur Veränderung der Dämpfungswirkung genutzt werden.

Dabei ergibt sich jedoch zwangsläufig mit zunehmender Dämpfungswirkung eine Beeinträchtigung der Isolierung hochfrequenter Schwingungen.

Die in die Lagerung eines Verbrennungsmotors eingeleiteten Schwingungen entstammen zwei unterschiedlichen Gattungen.

Eine erste Art von Schwingungen ist in einem Frequenzbereich oberhalb von ca. 30 Hz angesiedelt und wird vom Motor selbst erregt. Diese Schwingungen haben nur eine sehr kleine Amplitude von wenigen Zehntelmillimeter und äußern sich als Dröhnungsschwingungen. Sie sollen von der Karosserie möglichst ferngehalten werden, d. h. ohne Überleitung von Kräften auf das Traglager isoliert werden.

Die zweite Art von Schwingungen ist in einem Frequenzbereich bis maximal 12 Hz angesiedelt und tritt beim Überfahren von Bodenunebenheiten auf. Diese Schwingungen können bei ungünstiger Erregung zu Schüttelbewegungen des Motors führen und Amplituden bis zu ca. 10 cm erreichen. Derartige Ausschläge sind beispielsweise bei einem PKW-Motor nicht tolerierbar. Sie müssen deshalb unterdrückt werden, beispielsweise unter Zuhilfenahme einer Dämpfungseinrichtung, die sich an einer steifen Feder abstützt, welche mit der relativ starren Karosserie verbunden ist.

Der Vorgang setzt jedoch eine dynamische Versteifung der Verbindung zwischen Motor und Karosserie voraus, d. h. eine bei starken Ausschlägen des schwingenden Motors wirksam werdende Verhärtung von dessen elastischer Lagerung.

Eine Beeinträchtigung der Isolierwirkung ist hiervon die Folge und damit die Übertragung von Dröhnungsschwingungen auf die Karosserie. Eine optimale Abstimmung zwischen dem Wunsch nach einer Unterdrückung der

Schaukelbewegungen des Motors und nach einer Unterdrückung von störenden Dröhnschwingungen ist nicht ohne weiteres möglich, weil beide Eigenschaften von der Dimensionierung der Konstruktionsteile und voneinander abhängen. Modifizierungen setzen maßgeblich veränderte Konstruktionsteile und insofern einen großen Aufwand voraus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Motorlager der eingangs genannten Art derart weiter zu entwickeln, daß bei Gewährleistung einer guten Isolierung große Relativbewegungen zwischen dem Traglager und dem Auflager unterbunden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Motorlager der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das zweite Federelement gegenüber dem ersten Federelement eine harte Federcharakteristik aufweist und daß eine Meßeinrichtung für die Relativbewegungen zwischen dem Traglager und dem Auflager vorgesehen ist, die zur Unterdrückung großer Relativbewegungen bei Überschreitung eines Schwellwertes ein Signal zur Betätigung der Schaltkupplung abgibt, die mit der Meßeinrichtung signalleitend verbunden ist.

Die Funktion des vorgeschlagenen Motorlagers beruht auf dem Zusammenwirken der beiden Federelemente mit der Schaltkupplung. Diese ist mit dem relativ härteren, zweiten Federelement in Serie geschaltet, und die aus dem zweiten Federelement und der Schaltkupplung gebildete Einheit ist parallel zu dem ersten Federelement zwischen dem Traglager und dem Auflager angeordnet. Hierdurch wird bei unbetätigter Schaltkupplung die Federungscharakteristik des Motorlagers ausschließlich durch diejenige des relativ weichen, ersten Federelementes bestimmt, bei betätigter Schaltkupplung ergibt sich hingegen eine Gesamtfederungscharakteristik, die die Federungscharakteristik des ersten Federelementes und des zweiten Federelementes gemeinsam umschließt. Das erfindungsgemäße Motorlager weist dadurch zwei voneinander abweichende Federsteifigkeiten auf, was dem gelagerten Motor zwei unterschiedliche Resonanzfrequenzen verleiht. Große Schwingungsausschläge des Motors in dem jeweiligen Frequenzbereich können dadurch durch einfache Betätigung der Schaltkupplung leicht verhindert werden.

Die Federelemente und die Schaltkupplung des erfindungsgemäßen Motorlagers beeinträchtigen sich nicht in ihrer grundsätzlichen Wirksamkeit, was für den gesamten Frequenzbereich der eingeleiteten Schwingungen gültig ist. Sowohl die Federkörper als auch die Dämpfungseinrichtung können dadurch in Abhängigkeit von ihrer eigentlichen Aufgabe optimal gestaltet werden.

Neben einer hochgradigen Isolierung von Dröhnschwingungen lassen sich mit dem vorgeschlagenen Motorlager Stuckerbewegungen des Motors zuverlässig unterdrücken. Der Dämpfungseffekt kann ohne Veränderung von Konstruktionsteilen an kritische Betriebssituationen angepaßt und auf optimale Werte eingestellt werden, beispielsweise auf eine völlige Unterdrückung der Dämpfungswirkung in einem Frequenzbereich und eine extrem starke Dämpfungswirkung in einem anderen Frequenzbereich.

Die Herstellung ist bei großer Robustheit relativ einfach und es können über eine lange Zeitspanne absolut gleichbleibende Isolier- und Dämpfungswirkungen erzielt werden.

Für die grundsätzliche Funktion des Motorlagers ist es vorteilhaft, wenn die Federelemente nicht in beliebiger Lage gegeneinander verspannt werden, sondern im-

mer so, daß für beide Federelemente beiderseits der statischen Ruhelage genügend Federweg zur Verfügung steht. Eine Überlastung des einzelnen Federkörpers wird hierdurch zuverlässig vermieden.

Dieses Ziel läßt sich beispielsweise dadurch erreichen, daß die Haltekraft der verwendeten Schaltkupplung stets kleiner ist als die maximal zulässige Federkraft der Federelemente, so daß sich ab einer bestimmten Auslenkung des Traglagers in bezug auf das Auflager die beiden Hälften der Schaltkupplung gegeneinander verschieben und dabei eine mögliche Verspannung der Federelemente gegeneinander abbauen.

Weitere Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Anlage beigefügten Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Motorlager mit einer möglichen, elektronischen Peripherie als Blockschaltbild,

Fig. 2 das mechanische Ersatzschaltbild des erfindungsgemäßen Motorlagers.

Fig. 3 das Funktionsdiagramm des erfindungsgemäßen Motorlagers.

Fig. 4, 5 ein Motorlager mit zwei zwischen dem Auflager und dem Traglager parallel zueinander angeordneten Federelementen, von denen das eine durch eine elektromechanisch betätigte Lamellenkupplung überbrückbar ist.

Fig. 6 speziell ausgebildete Lamellen zur Verwendung in dem Motorlager.

Fig. 7, 8 ein Motorlager ähnlich der Ausführung nach den Fig. 4, 5 bei dem die Schaltkupplung aus einer elektromagnetisch angetriebenen Spannange besteht, die einen sich parallel zur Bewegungsrichtung erstreckenden, säulenförmigen Körper umfaßt.

Fig. 9 ein Motorlager ähnlich der Ausführung nach den Fig. 4, 5 bei dem die Dämpfungseinrichtung aus einer elektromagnetisch angetriebenen Spannhülse besteht, die gegen einen sich parallel zur Bewegungsrichtung erstreckenden Zylinder preßbar ist.

Fig. 10 eine Schaltkupplung für ein Motorlager nach der Fig. 9, wobei der Elektromagnet eine Flüssigkeit verdrängt, die ihrerseits eine Spannhülse gegen den Zylinder drückt.

Fig. 11 eine besondere Ausführung eines Dichtkörpers zur Verwendung in einer Schaltkupplung nach Fig. 10.

Fig. 12 eine Spannhülse ähnlich der in Fig. 10 gezeigten, wobei jedoch die hydraulische Flüssigkeit in einer geschlossenen Kunststoffkammer enthalten ist.

Fig. 13 die Teildarstellung einer Reibhülse zur Verwendung in einer Spannhülse nach den Fig. 10 und 12.

Fig. 1 zeigt das vorgeschlagene Motorlager mit einer möglichen elektronischen Peripherie als Blockschaltbild.

Im Motorlager ist ein Signalgeber integriert, der die Verschiebungsgeschwindigkeit  $s$  erfaßt. Das Signal ist im allgemeinen eine Überlagerung verschiedener Frequenzen. Dieses Signal wird zunächst vorverstärkt und passiert dann einen Filter. Der Filter ist nur für tiefe Frequenzen durchlässig. Treten also, wie z. B. beim Fahren auf einer glatten, ebenen Fahrbahn, nur hohe Frequenzen auf, die vom Motor erregt sind, so ist nach dem Filter kein Signal mehr zu finden.

Niedrige Frequenzen, die zu Stuckerbewegungen des Motors führen können, passieren den Filter, werden gleichgerichtet und verstärkt.

Hinter dem Leistungsverstärker herrscht eine Gleich-

spannung, die der Amplitude der Verschiebungsgeschwindigkeit im Motorlager proportional ist. Mit dieser Gleichspannung wird die Schaltkupplung betätigt, die mit einem elektromagnetischen Antrieb versehen ist.

Die Schaltkupplung wird nur beim Auftreten von Stuckerbewegungen betätigt. Sie ist im übrigen unbetätigt. Das System verbraucht aus diesem Grunde nur wenig Strom, nämlich dann, wenn niedrige Frequenzen und große Amplituden auftreten.

Das mechanische Ersatzschaltbild des erfindungsgemäßen Motorlagers wird in Fig. 2 gezeigt.

Zur Darlegung der Funktionsweise betrachtet man die Vergrößerungsfunktion der Amplitude  $\xi$  des aus dem Motor und dem Motorlager gebildeten Schwingungssystems und die Vergrößerungsfunktion der Lagerfußkraft  $F_l$ . Fig. 3 zeigt die Verschiebung der Amplitude  $\xi$  des Motors und die Amplitude der Lagerfußkraft  $F_l$  in Abhängigkeit von der erregenden Frequenz  $f$  für zwei unterschiedliche Federsteifigkeiten  $f_{K1}$  und  $f_{K1+II}$ .

Man stelle sich zunächst zur Vereinfachung vor, daß die Kupplungskräfte zu jeder Zeit größer seien als die auftretenden Federkräfte. Das bedeutet, daß die Federelemente I und II starr gekoppelt und somit parallel geschaltet wären. Die Federsteifigkeiten addieren sich dann zu  $f_{K1+II}$ . Zusätzlich stelle man sich eine Erregerfrequenz  $f$  vor, die langsam von 0 Hz zu größeren Frequenzen wächst. Zu dieser Erregerfrequenz gehört die konstante Amplitude  $y$ .

Da die Federelemente I und II parallel geschaltet sind, bewegt man sich auf dem aufsteigenden Ast der Vergrößerungsfunktion mit der kritischen Eigenfrequenz  $f_{K1+II}$  bis man mit genügendem Abstand die Eigenfrequenz  $f_{K1}$ , die sich aus der Motormasse und der Elastizität des Federelementes I ergibt, überschritten hat. Nun stelle man sich zur Vereinfachung vor, daß die Kräfte der Schaltkupplung sehr klein würden, so daß das Federelement II praktisch nicht mehr mit dem Motor gekoppelt ist. Der Motor ist dann nur noch auf dem Federelement I gelagert und man befindet sich mit weiterwachsender Erregerfrequenz  $f$  des Motors auf dem abfallenden Ast der Vergrößerungsfunktion mit der kritischen Eigenfrequenz  $f_{K1}$ . Hier befindet man sich in einem nicht kritischen Bereich, wodurch klar wird, daß man auf diese Weise durch starrs An- und Abkoppeln eines zweiten Federelementes die beiden kritischen Eigenfrequenzen der beiden Federn umgehen kann, wenn diese genügend weit auseinanderliegen. Bei der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausführung eines Motorlagers wird eine starre Verbindung der Federn nicht angestrebt, da hierfür sehr große Kräfte nötig wären und stetiger Übergang von der einen Charakteristik auf die andere schwerlich möglich wäre.

Da die Masse der relativ beweglichen Teile des Motorlagers relativ klein ist in bezug zu der Masse des gelagerten Motors, auf die die Elastizität der verwendeten Federelemente ausgelegt ist, müssen die Federelemente I und II in Phase schwingen, auch wenn relative Verlagerungen innerhalb der Schaltkupplung auftreten. Diese sind im allgemeinen mit einem gewissen Dämpfungseffekt verbunden. Die folgenden Überlegungen für ein starrs An- und Abkoppeln gelten jedoch im Prinzip auch für diesen Fall. Allerdings verläßt man dann die Vergrößerungsfunktion des ungedämpften Systems, etwa auf der strichpunktierten Linie in Fig. 3, bis die relativen Verschiebungen innerhalb der Schaltkupplung aufhören und sich das System Motor-Motorlager wie ein ungedämpftes Schwingungssystem mit der kriti-

schen Eigenfrequenz  $f_{K1}$  verhält.

Das Motorlager nach Fig. 4 enthält ein Auflager 1 aus Stahlblech von zylindrischer Gestalt mit einem Flansch zur Festlegung an der Karosserie.

Das Motorlager enthält im oberen Bereich ein Traglager 2, welches als rotationssymmetrischer Metallkörper ausgebildet ist, sowie einen Gewindebolzen 5 zur Befestigung des Motors. Trag- und Auflager sind durch einen Federkörper 3 aus gummielastischem Werkstoff verbunden. Am unteren Ende trägt das Auflager 1 das harte Federelement 4, das den Boden 9 hält. Der Boden 9 und das Traglager 2 sind durch die abwechselnd ineinander gesteckten Bodenlamellen 10 und die Traglagerlamellen 11 verbunden.

Die Lamellen sind jeweils starr am Boden 9 und an dem Traglager 2 fixiert und können im Überlappungsbereich ineinander gleiten. Zusätzlich ist am Boden 9 mit dem Halter 8 ein Elektromagnet, bestehend aus dem Magnetkern 6 und der Wicklung 7 so befestigt, daß das Lamellenpaket in dem Spalt des Elektromagneten liegt. Die Polflächen des Magnetkerns 6 liegen an den Bodenlamellen 10 an. Die Lamellen sind längsgeschlitzt, um einen magnetischen Kurzschluß zu vermeiden. Sie bilden zusammen mit dem Elektromagneten eine signalbetätigbare Schaltkupplung 35.

Fig. 5 zeigt das gleiche Motorlager wie Fig. 4, jedoch in einem anderen Schnitt. In dem Motorlager befindet sich ein induktiver Signalgeber, welcher die Relativgeschwindigkeit von dem Traglager 2 zu dem Auflager 1 mißt. Der Signalgeber besteht aus dem an dem Traglager 2 befestigten Signalgeberkern 12 und der Signalgeberspule 13, die mit dem Signalgeberhalter 14 am Auflager 1 befestigt ist.

Der Signalgeber 14 ist an eine nicht dargestellte, elektronische Steuerung angeschlossen, deren Ausgang in Abhängigkeit von der Frequenz der eingeleiteten Schwingungen bei Überschreitung eines Schwellwertes die Wicklung 7 des Elektromagneten mit Strom speist, wodurch sich eine gegenseitige Blockierung der Lamellen 10, 11 und damit Parallelschaltung des ersten und des zweiten Federelementes 3, 4 ergibt.

Fig. 6 zeigt eine spezielle Gestaltung der Lamellen für ein Motorlager nach den Fig. 4 und 5. Die Bodenlamellen 10 und die Traglamellen 11 sind mit gegeneinander geneigten Flächen versehen, wodurch die Lamellen in einer mittleren Lage genau ineinander passen. Die Lamellen können bei nicht betätigtem Elektromagneten leicht ineinander gleiten, wobei die Pole des Elektromagneten ihren Abstand verändern. Die Anordnung stellt eine Zwischenlösung von Reibschluß und Formschluß dar.

Das Motorlager nach den Fig. 7 und 8 enthält ein Auflager 1 aus Stahlblech von zylindrischer Gestalt mit einer Zwischenplatte 18 und einem Flansch zur Verbindung mit der Karosserie. Das Motorlager enthält im oberen Bereich ein Traglager 2 und einen Gewindebolzen zur Befestigung des Motors. Das Auflager 1 und das Traglager 2 sind durch das Federelement 3 verbunden, das eine besonders weiche Federcharakteristik aufweist. Am unteren Ende trägt das Auflager ein Federelement 4 von härterer Federcharakteristik, das den Boden 9 hält.

Im Inneren des Motorlagers befindet sich das zangenartig ausgebildete Klemmteil der Dämpfungseinrichtung. Dieses besteht aus zwei Magnetkernen 6, zwei Wicklungen 7, zwei Klemmklotzen 20 und einer Federplatte 21, die ein Scharnier bildet. Der eine Klemmklotz 20 ist mit dem Boden 9 fest vernietet. Der andere Schenkel des Klemmteils der Dämpfungseinrichtung ist um

das Scharnier frei beweglich. Die Klemmklotze 20 wirken auf einen säulenförmigen Körper 16, der am Traglager 2 fixiert ist und stellen so eine reibschlüssige Verbindung zwischen dem Traglager 2 und dem Boden 9 her. Der säulenförmige Körper 16 wird nachfolgend auch als Reibzylinder bezeichnet.

Am oberen Teil des Reibzylinders ist ein Dauermagnet 15 befestigt, der in die Signalgeberspule 13 eintaucht, die vom Signalgeberhalter 14 fixiert ist. Signalgeber, Steuerung 17 und Elektromagnet wirken wie bei dem Motorlager nach Fig. 4 und 5 zusammen, jedoch ist bei dem Motorlager nach Fig. 7 und 8 mit Hilfe der Weggeberspule 19, in die der Reibzylinder eintaucht, die Möglichkeit gegeben, zusätzlich die Verschiebung von Traglager 2 und Boden 9 zu messen und so das weiche Federelement 3 und das harte Federelement 4 in einer bestimmten gegenseitigen Zuordnung zu koppeln.

Das Motorlager nach Fig. 9 unterscheidet sich prinzipiell nur durch eine besondere Ausbildung der Schaltkupplung von den Ausführungen nach den Fig. 4 und 7.

Die Schaltkupplung besteht aus dem ringförmigen Elektromagneten mit der Wicklung 7 und dem Eisenring 22, wobei der Elektromagnet und der Eisenring bei nicht betätigter Schaltkupplung einen axialen Abstand voneinander haben. Die beiden Teile umschließen den mit dem Traglager verbundenen, Reibzylinder in einem gleichmäßigen Abstand und weisen diesem zugewandte, sich in radialer Richtung erstreckende Stützflächen auf. Die Stützflächen dienen zugleich der axialen Festlegung der Spannhülse 24, die in dem Spalt zwischen den beiden Teilen und dem Reibzylinder angeordnet ist. Die Spannhülse hat eine mäanderartige profilierte Wandung. Sie liegt auf der Außenseite an der Innenfläche der Gleithülse 26 an, und kann dadurch bei Einleitung einer axial gerichteten Druckkraft über die Stirnflächen in radialer Richtung nach außen nicht ausweichen.

Die Einleitung einer entsprechend gerichteten Druckkraft führt dadurch zu einer Anpressung der Spannhülse an die Oberfläche des Reibzylinders, was im Rahmen der vorliegenden Anmeldung zur Ankopplung des unteren Federelementes bei betätigter Schaltkupplung ausgenutzt wird. Die Wirkung des unteren und die Wirkung des oberen Federelementes ergänzen sich dann im Sinne einer Parallelschaltung. Das aus dem Motorlager und dem Motor gebildete Schwingungssystem hat dadurch eine deutlich verlagerte Eigenfrequenz. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 wird der Magnetkern durch den Haltestift 23 gehalten und geführt. Die Anschlagscheibe 25 bildet einen weichen Anschlag.

Fig. 10 zeigt eine Schaltkupplung, die elektrohydraulisch arbeitet. Der Magnetkern 6, der Eisenring 22 und der Reibzylinder bilden wie bei dem Motorlager nach Fig. 9 einen Spalt und eine Ringkammer. Der Raum von Spalt und Ringkammer ist mit einer weitgehend inkompressiblen Flüssigkeit gefüllt. Zum Reibzylinder hin ist der Raum durch die Membran 31 abgedichtet und zwischen dem Eisenring 22 und dem Magnetkern 6 sitzt eine Gleitdichtung 30. Fließt durch die Wicklung 7 ein Strom, dann wird der Eisenring 22 angezogen und verdrängt die Flüssigkeit, die über die Membran 31 die Reibhülse 32 gegen den Reibzylinder preßt.

Fig. 11 zeigt den Dichtkörper 33, der statt der Gleitdichtung 30 nach Fig. 10 den Spalt zwischen dem Eisenring 22 und dem Magnetkern 6 abdichtet. Der Dichtkörper 33 besteht aus zwei starren Ringen, die in den Eisenring 22 und den Magnetkern 6 fest eingepaßt sind. Die Ringe sind durch einen nach innen zum Spalt zu gewölb-

ten, gummielastischen Ringkörper verbunden.

Zieht der Elektromagnet den Eisenring 22 an, so wölbt sich der Ringkörper noch weiter nach innen.

Fig. 12 zeigt den Aufbau der Ringkammer einer elektrohydraulischen Schaltkupplung, die ähnlich aufgebaut ist wie diejenige nach Fig. 10. Bei dieser Ausführung befindet sich eine Reibhülse 32, eine biegeeweiche Kammerwand 34, die die Flüssigkeit umschließt, sowie eine Gleithülse 37 in der Ringkammer. Zieht der Elektromagnet den Eisenring 22 an, so drücken die zur Kammer hin gewölbten Flächen des Eisenringes 22 und des Magnetkerns 6 auf die biegeeweiche Kammerwand 34, so daß die Reibhülse 32 auf den Reibzylinder gedrückt wird.

Fig. 13 zeigt die Reibhülse 32 nach Fig. 12 im Detail. Die Reibhülse 32 ist mit Längsschlitzten versehen, damit sie sich ohne großen Widerstand an den Reibzylinder 16 anpressen läßt. Fertigt man die Reibhülse 32 aus PTFE, so muß man zwar einen kleinen Reibwert  $\mu$  in Kauf nehmen, vermeidet jedoch den ungünstigen stick-slip-Effekt, da dieses Material keinen unstetigen Sprung zwischen Haft- und Gleitreibbeiwert kennt.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

Fig. 3

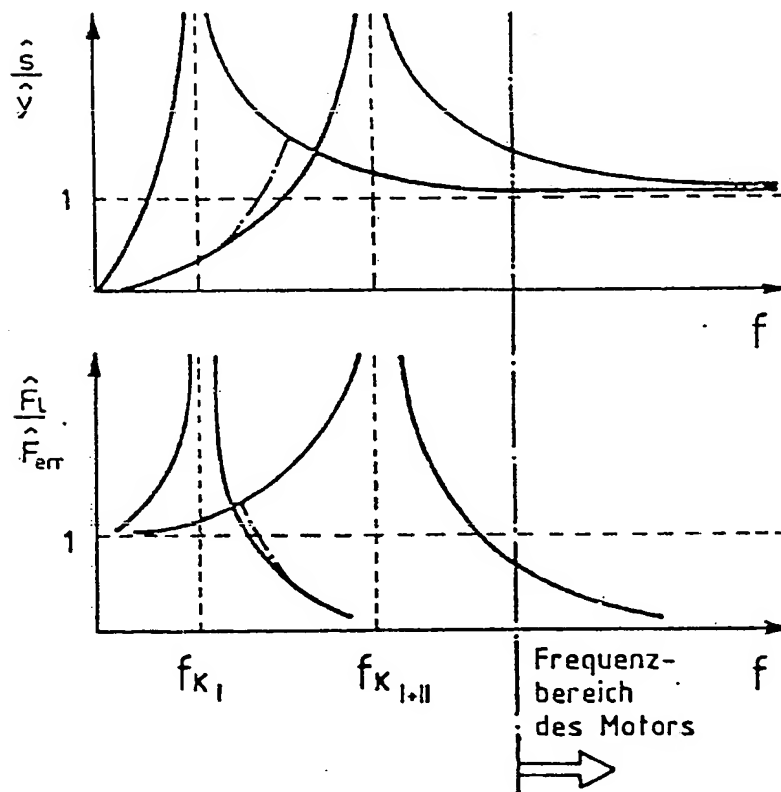


Fig. 4

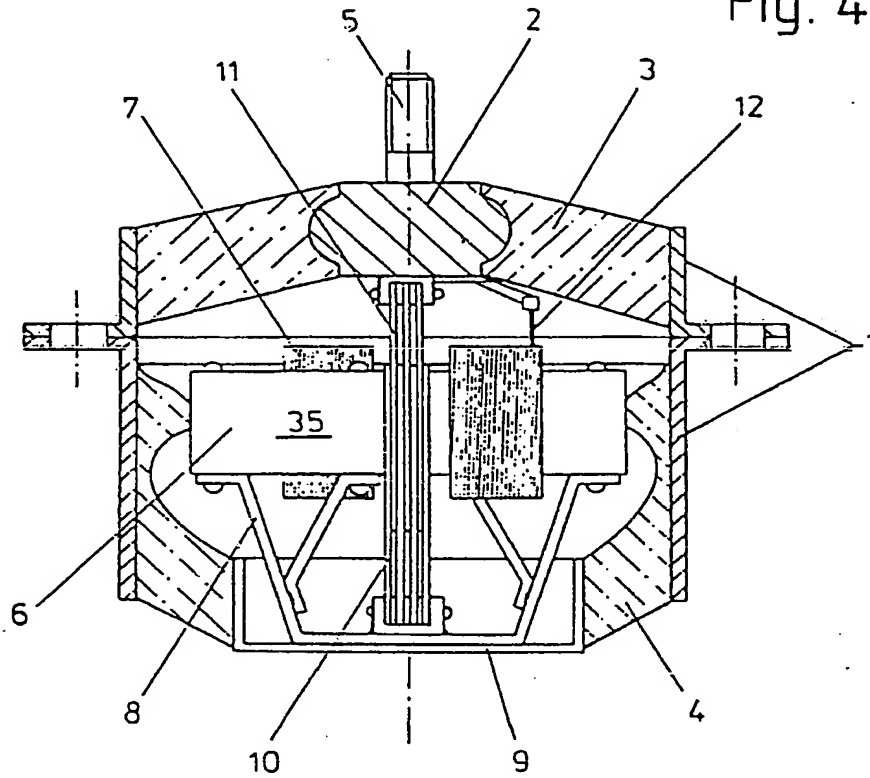


Fig. 5

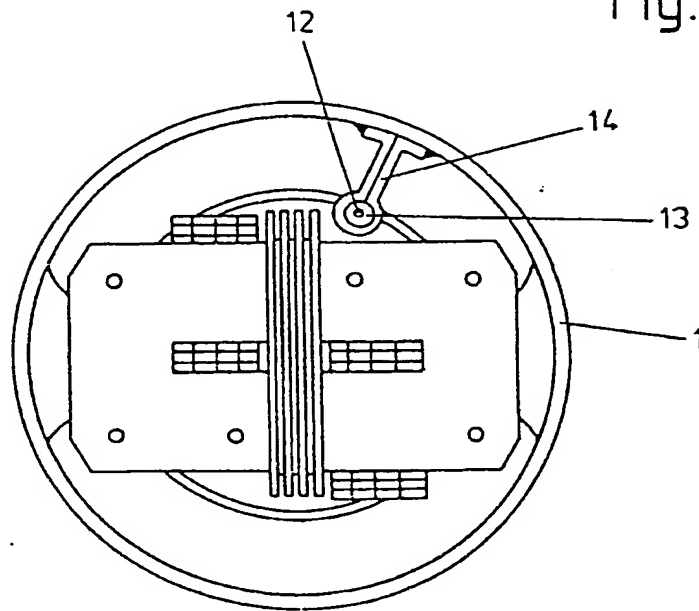


Fig. 6

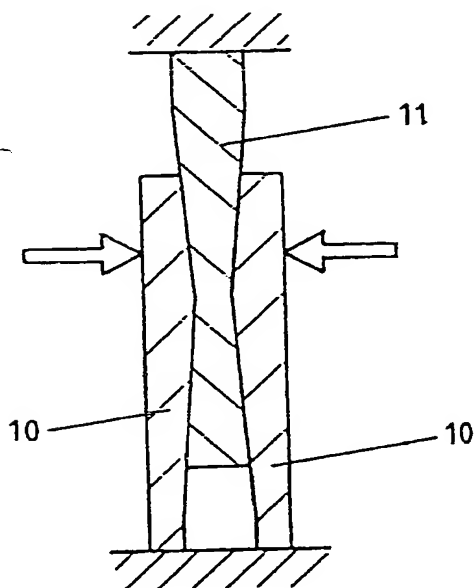


Fig. 7

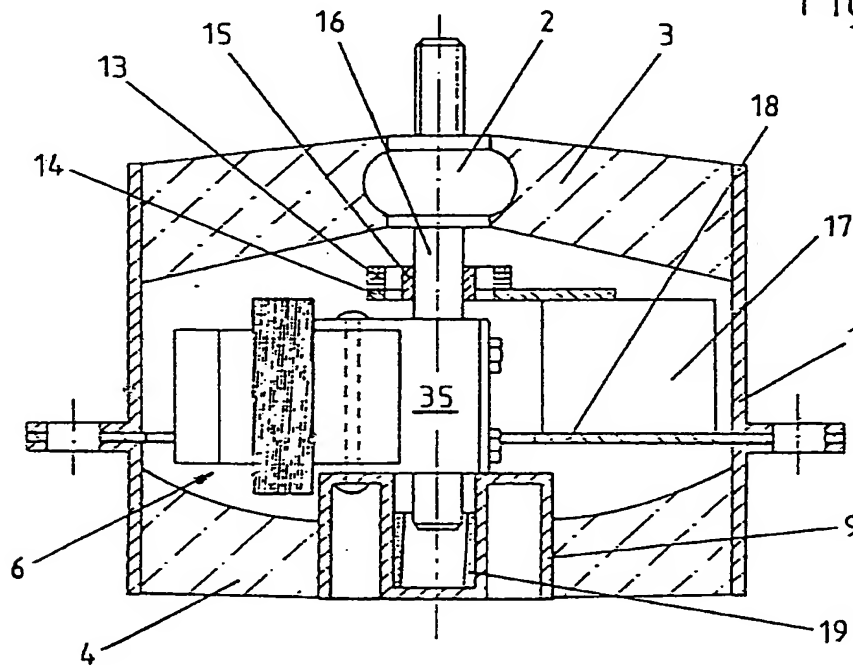


Fig. 8

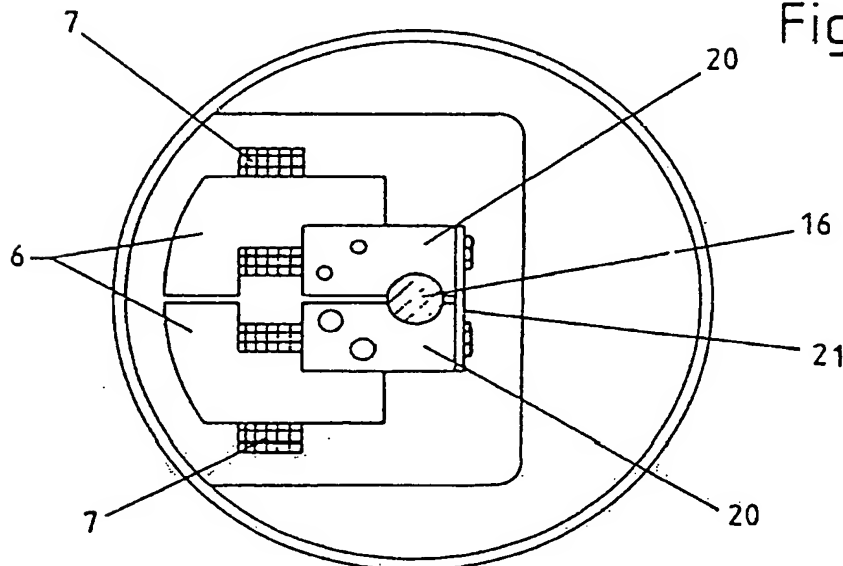


Fig. 9

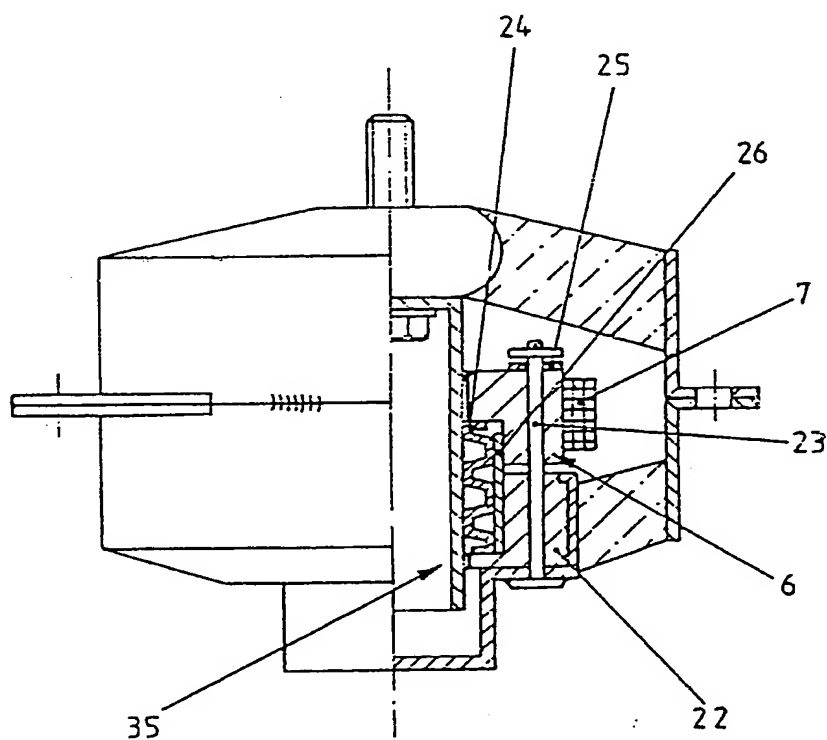


Fig. 10

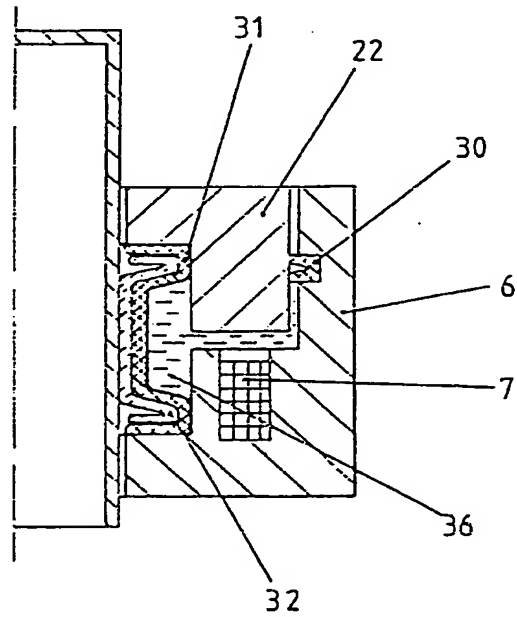


Fig. 11

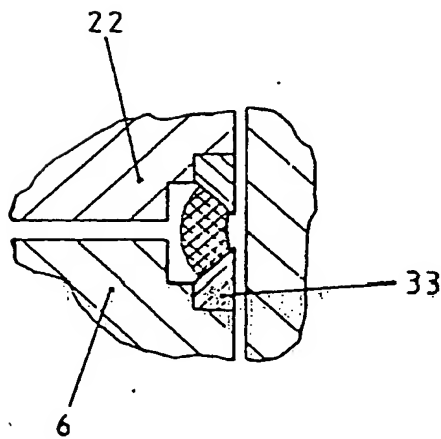


Fig. 12

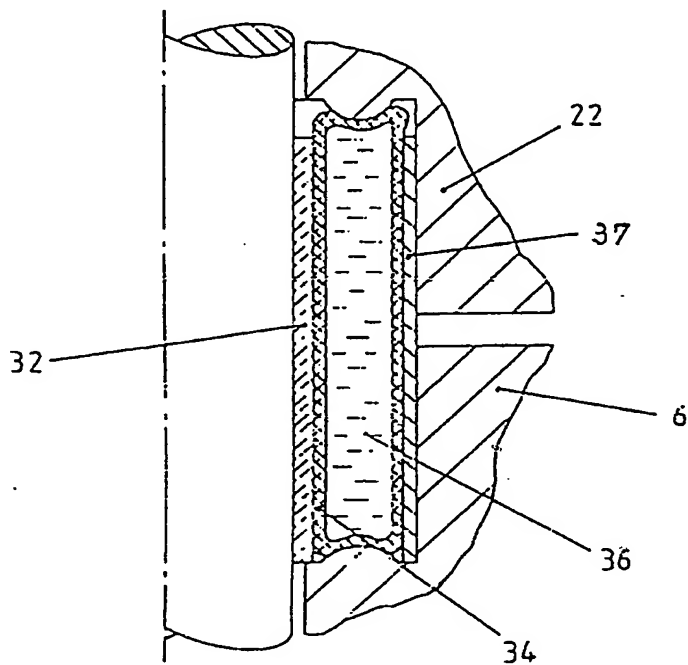
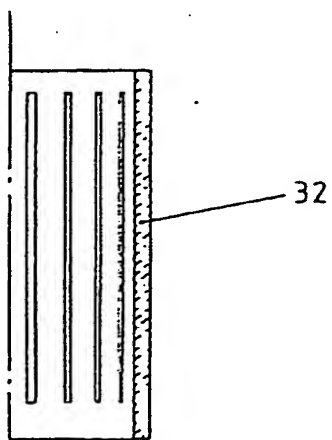


Fig. 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**